

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-136385

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 N 7/32

H 0 4 N 7/137

Z

H 0 3 M 7/30

H 0 3 M 7/30

Z

7/36

7/36

審査請求 有 請求項の数21 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-237451

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月2日

(31) 優先権主張番号 特願平8-233002

(32) 優先日 平8(1996) 9月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 上倉 一人

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 渡辺 裕

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 如沢 裕尚

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

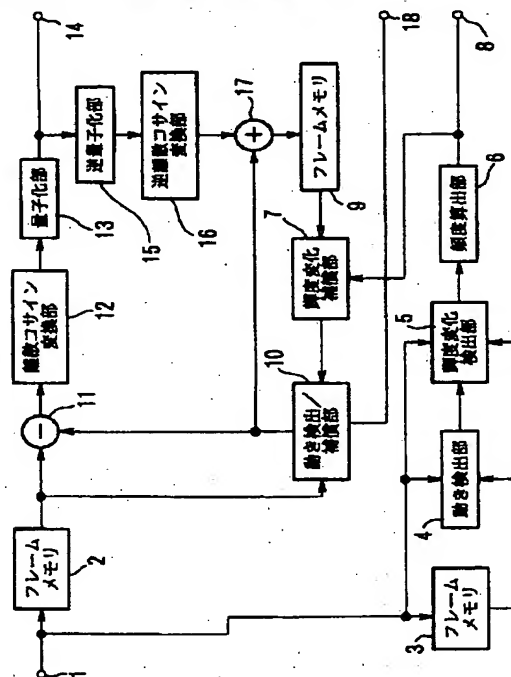
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武

(54) 【発明の名称】 動画像の輝度変化補償方法、動画像符号化装置、動画像復号装置、動画像符号化もしくは復号プログラムを記録した記録媒体および動画像の符号化データを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 大局的な輝度変化を生じている動画像の符号化時に更に効率のよい符号化を行う。

【解決手段】 輝度変化検出部5では、第Nフレーム原画像のブロックB_i内にある16×16画素の各輝度値と、第(N-1)フレーム原画像において動きベクトルV_iだけずれた位置にある16×16画素の各輝度値とを用いて、ブロックB_iにおける2つのパラメータD_c(i)、D_B(i)を算出する。頻度算出部6では、D_c(i)、D_B(i)の頻度を1フレーム分について求め、もっとも頻度が高かったパラメータの組を第Nフレーム原画像と第(N-1)フレーム原画像間における大局的な輝度変化量を表すパラメータD_c、D_Bとして決定する。輝度変化補償部7は、第(N-1)フレーム再生画像の各画素の輝度値xを、パラメータD_c、D_Bを用いてD_c・x + D_Bに修正する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル動画像を送信・蓄積する符号化処理もしくは動画像編集の際の画像処理における動画像の輝度変化補償方法であって、

処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータを D_B 、コントラスト変化を表すパラメータを D_C とし、各画素の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正することによって大局的な輝度変化量を補償することを特徴とする動画像の輝度変化補償方法。

【請求項2】 前記ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C は、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンで対応する画素同士の誤差の二乗和が最小となることを条件にして求めることを特徴とする請求項1に記載の動画像の輝度変化補償方法。

【請求項3】 前記ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C は、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素（ K 、 L は自然数）からなる n 個（ n は2以上の整数）の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_C 、 D_B の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴とする請求項2に記載の輝度変化補償方法。

【請求項4】 前記ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C は、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素（ K 、 L は自然数）からなる n 個（ n は2以上の整数）の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_C 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴とする請求項2に記載の輝度変化補償方法。

【請求項5】 前記画像プレーンは、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン（VOP）であることを特徴とする請求項1に記載の輝度変化補償方法。

【請求項6】 ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量を表すパラメータとして求めるパラメータ決定手段と、前記参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_C を用い、 $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段とを備えたことを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項7】 前記パラメータ決定手段は、前記パラメータ D_B 、 D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンで対応する画素同志の誤差の二乗和が最小となることを条件に求めることを特徴とする請求項6に記載の動画像符号化装置。

2

【請求項8】 前記パラメータ決定手段は、

処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素（ K 、 L は自然数）からなる n 個（ n は2以上の整数）の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_C 、 D_B の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴とする請求項7に記載の動画像符号化装置。

【請求項9】 前記パラメータ決定手段は、

処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素（ K 、 L は自然数）からなる n 個（ n は2以上の整数）の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_C 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴とする請求項7に記載の動画像符号化装置。

【請求項10】 前記画像プレーンは、

画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン（VOP）であることを特徴とする請求項6に記載の動画像符号化装置。

【請求項11】 動画像の符号化工程において求められ

た処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータ D_B とコントラスト変化を表すパラメータ D_C とを用いて、復号が終了した再生画像プレーンの各画素の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段を備えたことを特徴とする動画像復号装置。

【請求項12】 前記画像プレーンは、

画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン（VOP）であることを特徴とする請求項11に記載の動画像復号装置。

【請求項13】 動画像符号化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量を表すパラメータとして求めるパラメータ決定手段と、

前記参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_C を用い、 $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段とをコンピュータに実行させるための動画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項14】 前記パラメータ決定手段は、

前記パラメータ D_B 、 D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンで対応する画素同志の誤差の二乗和が最小となることを条件に求めることを特徴とする請求項13に記載の動画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項15】 前記パラメータ決定手段は、

処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素（ K 、 L は自然数）からなる n 個（ n は2以上の整数）の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_C 、 D_B の組を、処理対象画像プレー

ーンのパラメータ D_c 、 D_B と決定することを特徴とする請求項14に記載の動画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項16】 前記パラメータ決定手段は、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素(K 、 L は自然数)からなる n 個(n は2以上の整数)の各ブロックについて2つのパラメータ D_c 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_c 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_c 、 D_B と決定することを特徴とする請求項14に記載の動画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項17】 前記画像プレーンは、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン(VOP)であることを特徴とする請求項13に記載の動画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項18】 動画像復号プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、動画像の符号化工程において求められた処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータ D_B とコントラスト変化を表すパラメータ D_c とを用いて、復号が終了した再生画像プレーンの各画素の輝度値 x を $D_c \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段をコンピュータに実行させるための動画像復号プログラムを記録した記録媒体。

【請求項19】 前記画像プレーンは、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン(VOP)であることを特徴とする請求項18に記載の動画像復号プログラムを記録した記録媒体。

【請求項20】 動画像の符号化データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記符号化データは、画像プレーンを単位として符号化した画像プレーン符号化データを記録した領域を複数含み、

前記画像プレーン符号化データを記録した領域は、処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータ D_B 、およびコントラスト変化を表すパラメータ D_c を記録したパラメータ領域と、

前記参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_c を用い、 $D_c \cdot x + D_B$ に修正した画像プレーンと、前記処理対象画像プレーンとにおいて対応する画素毎の画素値の差分値に関するデータを画像プレーン単位で符号化して記録した符号化領域とからなる動画像の符号化データを記録した記録媒体。

【請求項21】 前記画像プレーンは、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン(VOP)であることを特徴とする請求項20に記載の動画像の符号化データを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル動画像を効率よく伝送・蓄積する符号化処理や、動画像編集等の際の画像処理において必要となる画像フレーム間の大局的な輝度変化量を補償する動画像の輝度変化補償方法、動画像符号化装置、動画像復号装置、動画像符号化もしくは復号プログラムを記録した記録媒体および動画像の符号化データを記録した記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】動画像データを効率的に伝送／蓄積するための符号化技術として、従来から動き補償フレーム間予測符号化と呼ばれる技術が広く知られている。この技術は、処理対象画像フレームの輝度(または色差)そのものを伝送／蓄積するのではなく、既に符号化された動画像フレーム(参照画像フレームと呼ぶ)から処理対象画像フレームまで、画面内の物体等がどの程度動いたかを検出し、その動きだけずれた位置どうしの輝度差分値を伝送／蓄積するものである。上記差分値は一般に輝度そのものより小さな値となるため、動き補償フレーム間予測符号化を用いることにより少ないデータ量で伝送／蓄積することが可能となる。

【0003】ここで、動きを検出する際には、処理対象画像フレームと参照画像フレームとで照明条件等が同じであることを前提とするのが一般的である。すなわち、両フレームにおいて実際に対応する物体が同一の輝度値であることを前提として動きを検出する。しかしながら、例えばフリッカが生じた場合やストロボが光った場合、またはカメラの絞り調整やビデオ編集機器等により画面全体を段々明るく(以下、「フェードイン」と記す)したり、暗く(以下、「フェードアウト」と記す)した場合のように、明るさ自体に時間的な変化があった場合には、実際に対応する物体どうしても両者の輝度値は大きく異なる。その結果、動き補償フレーム間予測符号化を行っても、

(1) 動き検出が正しく行われない

(2) 符号化効率が十分向上しない

という欠点があった。

【0004】上記問題のうち、主に問題(1)を解決するための従来技術として、両画像フレームの間に生じた輝度変化を検出する技術、および、その検出された輝度変化を補正しつつ動き検出を行う技術がある。輝度変化は大別すると、雑音によって生じるもののように画像フレームの空間的な位置によって変化の度合いが異なる種類のものと、フェードイン／フェードアウトによって生じるもののように画像フレーム全体で変化の度合いが同様な種類のものとが考えられる。ここで問題(1)を解決することを目的とする場合には、輝度変化をなるべく正確に検出することが重要であるため、どちらの種類の輝度変化にも対応できるように、フレームの小領域毎に検出することが多い。ただし、これだけでは問題(1)

が解決しても依然としてフレーム間輝度差分値は大きな値となり問題(2)は解決しない。そこで、検出された小領域毎の輝度変化も符号化データとして伝送／蓄積し、デコーダ側でもその輝度変化を補正することで、フレーム間輝度差分値を小さくする技術もある。しかしながらこの技術では、輝度変化をあらわす符号化データを小領域毎に送るため、結局それに要するデータ量が多くなり、全体としての符号化データ量はそれ程かわらない、すなわち符号化効率はさほど改善しない。

【0005】これに対し、画像フレーム全体で同様な輝度変化が生じている場合に符号化効率を改善することを目的として、画像フレーム全体に対して唯一の輝度変化*

$$x' = x + D_B$$

この場合、輝度変化量 Δx は

$$\begin{aligned}\Delta x &= x' - x \\ &= D_B\end{aligned}$$

で、常に一定である。

【0006】図3は、様々な明るさを含んでいる静止画を実際にカメラで撮影し、カメラの絞りを徐々に絞って画面全体を暗くしていった場合、すなわちフェードアウトしていった場合の各輝度値の変化を表示したものである。例えば1フレーム目と11フレーム目、または11フレーム目と21フレーム目の各輝度値の変化分を見ると、輝度値そのものの値に関わらず輝度変化分はほぼ一定となっている。したがって、この場合は、式(1)の前提がほぼ成り立っている。すなわちその一定の変化分が式(1)における D_B となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一方、図4は、同じ静止画をカメラの絞りは変化させずにしばらく撮影して録画し、後でデジタル編集機によってフェードアウトしていった場合の各輝度値の変化を表示したものである。例えば41フレーム目と51フレーム目、または51フレーム目と61フレーム目の各輝度値の変化分を見ると、輝度値そのものの値によって輝度変化分が変わっている。すなわち輝度値そのものが大きい場合には輝度変化分も大きく、輝度値そのものが小さいほど輝度変化分も小さくなっている。したがって、この場合は、式

(1)の前提が成り立っておらず、パラメータ D_B のみで大局的な輝度変化量を表すには精度が不十分となってしまう。ところで画像を例えば 8×8 画素といった小領域に区切った場合、その小領域内の輝度のばらつきは一般にそれ程大きくない。例えば、画像フレーム全体の輝度値が0～255で変化する場合において、前述の小領域内では20～40程度のばらつきしかないことがほとんどである。この範囲内では輝度変化は輝度値そのものの値にかかわらずほぼ一定とみなせる。すなわち、小領域内で輝度変化を求める場合には式(1)の前提下でもほぼ十分である。しかしながら、画像フレーム全体では輝度値の範囲が広がる。すなわち輝度値で0～255

*を検出し、その輝度変化を符号化データとして伝送／蓄積する技術がある。この技術では、輝度変化をあらわす符号化データを画像フレーム毎に1つ送ればよいだけなので、その符号化データ量は極めて少なく、また、その輝度変化量を補正するだけでフレーム間輝度差分値をある程度小さくできるため、フェードイン／フェードアウトのような時には符号化効率の改善に大きく寄与している。この技術において具体的にあげられている大局的な輝度変化量を表すパラメータとしては、ゲイン変化を示すパラメータのみを用いている。すなわちゲイン変化を示すパラメータを D_B とすると、各画素の輝度値 x が式

$$(1) \text{ の } x' \text{ に変化することを前提としている。}$$

..... (1)

..... (2)

の全範囲に渡る輝度変化が生じる可能性が高い。したがって、画像フレーム全体で1種類の輝度変化を求める場合には、式(1)の近似では不十分となってしまう。

【0008】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、大局的な輝度変化を生じている動画像の符号化時に更に効率の良い符号化が行なえる、動画像の輝度変化補償方法、動画像符号化装置、動画像復号装置、動画像符号化もしくは復号プログラムを記録した記録媒体および動画像の符号化データを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のうち請求項1に記載の発明は、デジタル動画像を伝送・蓄積する符号化処理もしくは動画像編集の際の画像処理における動画像の輝度変化補償方法であって、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンにおける大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータを D_B 、コントラスト変化を表すパラメータを D_C とし、各画素の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正することによって大局的な輝度変化量を補償することを特徴とする動画像の輝度変化補償方法である。また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の動画像の輝度変化補償方法において、前記ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C が、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンで対応する画素同士の誤差の二乗和が最小となることを条件にして求めることを特徴としている。

【0010】また、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の動画像の輝度変化補償方法において、前記ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C が、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素(K, L は自然数)からなる n 個(n は2以上の整数)の各ブロックについて2つのパラメータ D_C, D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_C, D_B の組

7

を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴としている。また、請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の動画の輝度変化補償方法において、前記ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C が、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素 (K 、 L は自然数) からなる n 個 (n は2以上の整数) の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_C 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴としている。また、請求項5

に記載の発明は、請求項1に記載の動画の輝度変化補償方法において、前記画像プレーンは、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) であることを特徴としている。

【0011】次に、請求項6に記載の発明は、ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量を表すパラメータとして求めるパラメータ決定手段と、前記参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_C を用い、 $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段とを備えたことを特徴とする動画画像符号化装置である。また、請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の動画画像符号化装置において、前記パラメータ決定手段が、前記パラメータ D_B 、 D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンで対応する画素同志の誤差の二乗和が最小となることを条件に求めることを特徴としている。

【0012】また、請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の動画画像符号化装置において、前記パラメータ決定手段が、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素 (K 、 L は自然数) からなる n 個 (n は2以上の整数) の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_C 、 D_B の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴としている。また、請求項9に記載の発明は、請求項7に記載の動画画像符号化装置において、前記パラメータ決定手段が、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素

(K 、 L は自然数) からなる n 個 (n は2以上の整数) の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_C 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴としている。また、請求項10に記載の発明は、請求項6に記載の動画画像符号化装置において、前記画像プレーンが、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) であることを特徴としている。

【0013】次に、請求項11に記載の発明は、動画の符号化工程において求められた処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータ D_B とコントラスト変化を表すパラメータ D_C とを用いて、復号が終了した再生

8

画像プレーンの各画素の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段を備えたことを特徴とする動画復号装置である。また、請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の動画復号装置において、前記画像プレーンが、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) であることを特徴としている。

【0014】次に、請求項13に記載の発明は、動画画像符号化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量を表すパラメータとして求めるパラメータ決定手段と、前記参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_C を用い、 $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段とをコンピュータに実行させるための動画画像符号化プログラムを記録した記録媒体である。また、請求項14に記載の発明は、請求項13に記載の動画画像符号化プログラムを記録した記録媒体において、前記パラメータ決定手段が、前記パラメータ D_B 、 D_C を、処理対象画像プレーンと参照画像プレーンで対応する画素同志の誤差の二乗和が最小となることを条件に求めることを特徴としている。

【0015】また、請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の動画画像符号化プログラムを記録した記録媒体において、前記パラメータ決定手段が、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素 (K 、 L は自然数) からなる n 個 (n は2以上の整数) の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_C 、 D_B の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴としている。また、請求項16に記載の発明は、請求項14に記載の動画画像符号化プログラムを記録した記録媒体において、前記パラメータ決定手段が、処理対象画像プレーンの、 $K \times L$ 画素 (K 、 L は自然数) からなる n 個 (n は2以上の整数) の各ブロックについて2つのパラメータ D_C 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_C 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像プレーンのパラメータ D_C 、 D_B と決定することを特徴としている。また、請求項17に記載の発明は、請求項13に記載の動画画像符号化プログラムを記録した記録媒体において、前記画像プレーンが、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン (VOP) であることを特徴としている。

【0016】次に、請求項18に記載の発明は、動画復号プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、動画の符号化工程において求められた処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大局的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータ D_B とコントラスト変化を表すパラメータ D_C とを用いて、復号が終了した再生画像プレーンの各画素の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段をコンピ

ュータに実行させるための動画像復号プログラムを記録した記録媒体である。また、請求項19に記載の発明は、請求項18に記載の動画像復号プログラムを記録した記録媒体において、前記画像プレーンが、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン（VOP）であることを特徴としている。

【0017】次に、請求項20に記載の発明は、動画像の符号化データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記符号化データは、画像プレーンを単位として符号化した画像プレーン符号化データを記録した領域を複数含み、前記画像プレーン符号化データを記録した領域は、処理対象画像プレーンと参照画像プレーン間における大域的な輝度変化量であるゲイン変化を表すパラメータ D_B 、およびコントラスト変化を表すパラメータ D_C を記録したパラメータ領域と、前記参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_C を用い、 $D_C \cdot x + D_B$ に修正した画像プレーンと、前記処理対象画像プレーンとにおいて対応する画素毎の画素値の差分値に関するデータを画像プレーン単位で符号化して記録した符号化領域とからなる動画像の符号化データを記録した記録媒体である。また、請求項21に記載の発明は、請求項20に記載の動画像の符号化データを記録した記録媒体において、前記画像プレーンが、画像フレーム、もしくは、ビデオオブジェクトプレーン *

$$x' = D_C \cdot x + D_B$$

この場合、輝度変化量 Δx は

$$\begin{aligned} \Delta x &= x' - x \\ &= (D_C - 1) \cdot x + D_B \end{aligned}$$

であり、画素の輝度値 x に依存する形となる。前述の通り、画像フレーム全体で1種類の輝度変化を求める場合、輝度値そのものの値に依存して輝度変化を表現できる式(3)を使うことは、画面全体にフェードイン/フェードアウトのような輝度変化が生じている場合に符号化効率を改善するという点で大きな意義を有する。

【0020】本発明の実施態様によれば、ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_C を、処理対象画像フレームと参照画像フレームで対応する画素同士の誤差の二乗和が最小となることを条件にして求める。本発明の動画像の輝度変化検出方法では、先ず上記2種類のパラメータ D_B 、 D_C を処理対象画像フレームの $K \times L$ （ K 、 L は自然数）画素のブロック毎に検出する。その際、パラメータ算出のための規範として、処理対象画像フレームと、参照画像フレームで対 *

$$J = \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^K \{y_{k,i} - (D_C(i) \cdot x_{k,i} + D_B(i))\}^2 \quad \dots (5)$$

であり、 J をそれぞれ $D_C(i)$ 、 $D_B(i)$ で偏微分し、0とおく。

*ーン（VOP）であることを特徴としている。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の動画像の輝度変化補償方法および動画像符号化装置、動画像復号装置の概要を説明する。なお、動画像の輝度変化補償や、輝度変化補償を用いた動画像の符号化、復号化は、画像プレーンを単位として行われる。ここで、“画像プレーン”とは、動画像の1コマに対応する“画像フレーム”や、動画像のコンテンツごとの時間的変化に対応する画像である“ビデオオブジェクトプレーン”（Video Object Plane：以下では「VOP」と略記する）等の総称である。以下では、画像プレーンのうち、画像フレームを例にして説明を行う。なお、VOPについては、別途詳しく説明する。

【0019】はじめに、本発明の動画像の輝度変化補償方法について説明する。本発明の動画像の輝度変化補償方法は、ゲイン変化を表すパラメータを D_B 、コントラスト変化を表すパラメータを D_C とした時、各画素の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正することによって大域的な輝度変化量を補償する。本発明の動画像の輝度変化補償方法は、上記問題点を解決するために、各画素の輝度値 x が、ゲイン変化を示すパラメータ D_B とコントラスト変化を示すパラメータ D_C によって、式(3)の x' に変化することを前提とする。

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

※応する画素同士の誤差の自乗和が最小となることを条件とする。次に、 $K \times L$ 画素のブロック毎に算出された2種類のパラメータ D_B 、 D_C の各々の平均値または最大頻度の値を処理対象フレーム全体に対するパラメータとして決定する。

【0021】以下で、 $K \times L$ 画素のブロック毎のパラメータ検出のための算出式を導く。今、 i 番目のブロックにおける2種類のパラメータをそれぞれ $D_B(i)$ 、 $D_C(i)$ とし、処理対象フレームでの $K \times L$ 画素のブロックの画素値を $y_{k,i}$ 、参照画像フレームでの $K \times L$ 画素のブロックの画素値を $x_{k,i}$ とする。上述のとおり、パラメータ算出のための規範としては、処理対象画像フレームと参照画像フレームで対応する画素同士の誤差の二乗和 J が最小となることを条件とする。すなわち、

【数1】

【数2】

11

$$\frac{\partial J}{\partial D_c(i)} = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K (2D_c(i)x_{k,l}^2 - 2x_{k,l}y_{k,l} + 2x_{k,l}D_B(i)) = 0$$

12

$$\therefore \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K (D_c(i)x_{k,l}^2 - x_{k,l}y_{k,l} + x_{k,l}D_B(i)) = 0 \quad \dots (6)$$

$$\frac{\partial J}{\partial D_B(i)} = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K (2D_c(i)x_{k,l} - 2y_{k,l} + 2D_B(i)) = 0$$

$$\therefore \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K (D_c(i)x_{k,l} - y_{k,l} + D_B(i)) = 0 \quad \dots (7)$$

式(6)、式(7)より

* * 【数3】

$$D_c(i) = \frac{K \cdot L \cdot Z - X \cdot Y}{K \cdot L \cdot T - X^2} \quad \dots (8)$$

$$D_B(i) = \frac{T \cdot Y - X \cdot Y}{K \cdot L \cdot T - X^2} \quad \dots (9)$$

【0022】ただし、

* * 【数4】

$$\left. \begin{aligned} X &= \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K x_{k,l} \\ Y &= \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K y_{k,l} \\ T &= \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K x_{k,l}^2 \\ Z &= \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K (x_{k,l} \cdot y_{k,l}) \end{aligned} \right\} \quad \dots (10)$$

である。

【0023】なお、既に述べたとおり、式(8)、式(9)によって $K \times L$ 画素のブロック毎に算出されたパラメータ $D_c(i)$ 、 $D_B(i)$ は、 $K \times L$ 画素のブロック毎に算出された2種類のパラメータの平均値または最大頻度の値を、処理対象フレーム全体に対するパラメータ D_c 、 D_B として決定する。本発明の動画像符号化装置は、ゲイン変化を表すパラメータ D_B 、コントラスト変化を表すパラメータ D_c を、処理対象画像フレームと参照画像フレーム間における大局的な輝度変化量を表すパラメータとして求めるパラメータ決定手段と、前記参照画像フレームの各画素の輝度値 x を、前記パラメータ D_B 、 D_c を用い、 $D_c \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段を有する。

【0024】本発明の実施態様によれば、前記パラメータ決定手段は、前記パラメータ D_B 、 D_c を、処理対象画

像フレームと参照画像フレームで対応する画素同士の誤差の二乗和が最小となることを条件に求める。本発明の実施態様によれば、前記パラメータ決定手段は、処理対象画像フレームの、 $K \times L$ 画素(K 、 L は自然数)からなる n 個(n は2以上の整数)の各ブロックについて2つのパラメータ D_c 、 D_B を算出し、最も頻度が高かったパラメータ D_c 、 D_B の組を、処理対象画像フレームのパラメータ D_c 、 D_B と決定する。本発明の実施態様によれば、前記パラメータ決定手段は、処理対象画像フレームの、 $K \times L$ 画素(K 、 L は自然数)からなる n 個(n は2以上の整数)の各ブロックについて2つのパラメータ D_c 、 D_B を算出し、算出したパラメータ D_c 、 D_B の平均値の組を、処理対象画像フレームのパラメータ D_c 、 D_B と決定する。本発明の動画像復号装置において、前記動画像符号化装置において求められたパラメータ D_B 、 D_c を用い、復号が終了した再生画像フレームの

40

50

13

各画像の輝度値 x を $D_C \cdot x + D_B$ に修正する輝度変化補償手段を有する。

【0025】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の動画画像の輝度変化補償方法を用いた動画画像符号化装置を示すブロック図である。本動画画像符号化装置は入力端子1とフレームメモリ2、3と動き検出部4と輝度変化検出部5と頻度算出部6と輝度変化補償部7と出力端子8とフレームメモリ9と動き検出／補償部10と減算器11と離散コサイン変換部12と量子化部13と出力端子14と逆量子化部15と逆離散コサイン変換部16と加算器17と出力端子18で構成されている。入力端子1から第Nフレーム原画像がフレームメモリ2、フレームメモリ3、動き検出部4、輝度変化検出部5に入力する。フレームメモリ3では第Nフレーム原画像を蓄えるとともに、今まで蓄えていた第(N-1)フレーム原画像を動き検出部4、輝度変化検出部5に送出する。

【0026】動き検出部4では、図5に示すように第Nフレーム原画像に対して 16×16 画素のブロック毎に、ブロックマッチング法により第(N-1)フレーム原画像との間の動きを求める。1フレーム内の全ブロック数は n 個とし、各ブロックを $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_n$ とする。また、ブロック B_i に対して算出された動きベクトルを V_i とする。動きベクトル V_i は輝度変化検出部5に送出される。輝度変化検出部5では、第Nフレーム原画像のブロック B_i 内にある 16×16 画素の各輝度値と、第(N-1)フレーム原画像において動きベクトル V_i だけずれた位置にある 16×16 画素の各輝度値とを用いて、式(8)から式(10)により、ブロック B_i における2つのパラメータ $D_C(i), D_B(i)$ を算出する。得られた2つのパラメータ $D_C(i), D_B(i)$ は頻度算出部6に送出される。頻度算出部6では、 $D_C(i), D_B(i)$ の頻度を1フレーム分について求め、もっとも頻度が高かったパラメータの組を第Nフレーム原画像と第(N-1)フレーム原画像間における大局的な輝度変化量を表すパラメータ D_C, D_B として決定し、それらの値を輝度変化補償部7に送出するとともに、出力端子8から外部に出力する。

【0027】一方、入力端子1から入力した第Nフレーム原画像は、フレームメモリ2で1フレーム分遅延された後、減算器11に入力する。フレームメモリ9には第(N-1)フレーム再生画像が蓄積されており、輝度変化補償部7ではその画像の各輝度値 x に対して式(3)により輝度変化補償を行ない輝度変化補償された値 x' が動き検出／補償部10に入力する。動き検出／補償部10では、 16×16 画素からなるブロック毎にブロックマッチングにより動き検出および動き補償が行われ、動き補償された値が減算器11、加算器17に入力する。減算器11では両データの差をとり離散コサイン変換部12に送る。離散コサイン変換部12では、 $16 \times$

14

16 画素からなる1ブロック分のデータを 8×8 画素単位に離散コサイン変換し、得られた離散コサイン変換係数を量子化部13で量子化する。量子化された離散コサイン変換係数は出力端子14から外部に送出されるとともに逆量子化部15で逆量子化され、更に逆離散コサイン変換部16で逆離散コサイン変換される。加算器17においては、それらのデータに動き検出／補償部10から送出されたデータが加算され、第Nフレーム再生画像としてフレームメモリ9に蓄えられる。フレームメモリ9に蓄えられた第Nフレーム再生画像は、次フレーム(第(N+1)フレーム)の画像を復号する際に参照画像として用いられる。なお、パラメータ $D_C(i), D_B(i)$ ($i = 1 \sim n$) の各平均値をパラメータ D_C, D_B と決定してもよい。

【0028】本動画画像符号化装置により符号化されたデータは、本発明の動画画像の輝度変化補償方法を用いた図2に構成を示す動画画像復号装置により復号される。本動画画像復号装置は、入力端子21-23と逆量子化部24と逆離散コサイン変換部25と加算器26と出力端子27とフレームメモリ28と輝度変化補償部29と動き補償部30で構成されている。入力端子21には、図1の出力端子14から出力される量子化後離散コサイン変換係数が入力する。入力端子22には、図1の出力端子18から出力されるブロック毎の動きベクトルが入力する。入力端子23には、図1の出力端子8から出力されるフレーム毎の輝度変化量を表す2つのパラメータ D_C, D_B が入力する。

【0029】今、第Nフレーム画像のブロック B_i (16×16 画素)の符号化データが入力しているとする。すなわち入力端子21には、ブロック B_i における量子化後離散コサイン変換係数が入力する。入力端子22には、ブロック B_i の動きベクトル V_i が入力する。なお、入力端子23には、既に、第Nフレーム全体に共通の値である2つのパラメータ D_C, D_B が入力している。入力端子21から入力した量子化後離散コサイン変換係数は逆量子化部24で逆量子化され、更に逆離散コサイン変換部25で逆離散コサイン変換されて、加算器26に送られる。

【0030】フレームメモリ28には、既に復号が終了した第(N-1)フレーム再生画像データが蓄えられており、輝度変化補償部29ではその画像の各輝度値 x に対して式(3)により輝度変化補償を行い、輝度変化補償された値 x' が動き補償部30に入力する。動き補償部30では、動きベクトル V_i だけ動きが補償された値が加算器26に入力する。加算器26では、逆離散コサイン変換部25からのデータと動き補償部30からのデータを加算することによって第Nフレーム再生画像を得、それを出力端子27から出力するとともにフレームメモリ28に蓄えておき、次フレーム(第(n+1)フレーム)の画像を復号する際に参照画像として用いる。

15

【0031】次に、図1に示す動画像符号化装置によって生成される符号化データをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録する際のデータの構造を図6を用いて説明する。ここで、符号化データは、画像フレームを単位として符号化され、複数の符号化された画像フレームにより構成されている。図6において、各画像フレームの符号化データの構造は同じであるが、例として、N番目の画像フレームの符号化データである、Nフレーム目の符号化データを取り上げて説明する。図6に示すように、Nフレーム目の符号化データは、パラメータ $D_c \cdot 81$ 、パラメータ $D_B \cdot 82$ を記録する領域であるパラメータ領域70と、参照画像フレームの各画素の輝度値 x を、このパラメータ $D_B \cdot 81$ 、 $D_c \cdot 82$ を用いて $D_c \cdot x + D_B$ に修正した画像フレームと、N番目の画像フレームとにおいて対応する画素毎の画素値の差分データに関するデータを符号化して記録した符号化領域71とにより構成されている。さらに、符号化領域71は、図5に示す 16×16 画素のブロック毎の符号化データを納めたブロック領域72、73により構成される。なお、図5に示すように 16×16 画像のブロックが $B_1 \sim B_n$ までである場合には、図6に示すように符号化領域71は、 n 個のブロック領域から構成されることになる。

【0032】また、各ブロック領域は、ブロック単位の動きベクトル V_i 、および各ブロックを 8×8 画素の4つのサブブロックに分割し、このサブブロック毎に符号化されたデータを格納する4つの領域 $C_{i-1} \sim C_{i-4}$ により構成されている。図6の1番目のブロック領域72を例にすると、符号91が動きベクトルを、符号92～95がサブブロック毎に符号化されたデータに対応する。ここで、図6の符号化データと、図1の動画像符号化装置からの出力との対応を説明すると、パラメータ $D_c \cdot 81$ 、 $D_B \cdot 82$ は、図1の頻度算出部6の出力端子8からの出力値に対応する。そして、各ブロック領域における動きベクトル（例えば符号91）は、図1の動き検出/補償部10の出力端子18からの出力値に対応し、サブブロック毎に符号化されたデータ（例えば符号92～95）は、量子化部13の出力端子14からの出力値に対応する。

【0033】また、図6に示す符号化データの構造の場合、図1に示す動画像符号化装置の出力動作は以下のようになる。まず、画像フレーム全体の輝度変化を示すパラメータ $D_c \cdot 81$ 、 $D_B \cdot 82$ を出力する。次に、図5に示すブロック B_1 の動きベクトル $V_1 \cdot 91$ とサブブロック $S_{B_1-1} \sim S_{B_1-4}$ 毎の符号化データ $C_{1-1} \cdot 92 \sim C_{1-4} \cdot 95$ を出力する。そして、各ブロックごとの動きベクトル V_i 、サブブロック $S_{B_i-1} \sim S_{B_i-4}$ の符号化データ $C_{i-1} \sim C_{i-4}$ を順次出力し、ブロック B_n まで同様に行う。この動作が各画像フレーム毎に行われ、符号化データが記録される。

16

【0034】なお、図6に示す符号化データの復号は、図2に示す動画像復号装置の入力端子23に図6のパラメータ領域のパラメータ $D_c \cdot 81$ 、 $D_B \cdot 82$ を入力し、各ブロック領域毎の動きベクトル V_i を入力端子22に、サブブロックの符号化データ $C_{i-1} \sim C_{i-4}$ を入力端子21に入力することにより画像フレーム毎の復号が行われる。

【0035】図7は、符号51や52に示すブロック領域毎に、動きベクトル55やサブブロック毎の符号化データ56～59とともに、各ブロック毎のパラメータ $D_c \cdot 53$ 、 $D_B \cdot 54$ を記録する符号化データの構造を示した図である。なお、フェードイン/フェードアウトした場合、ブロック毎にパラメータ D_c 、 D_B を求めた場合も、画像フレームに対して1つのパラメータ D_c 、 D_B を求めた場合も、サブブロック単位での符号化効率に大きな差はない。ここで、例えば、画像フレームのサイズが 352×240 画素（ 16×16 画素のブロック数：330）で、各パラメータ D_c 、 D_B のビット数を8ビットとすると、図6に示す符号化データの方が図7に示す符号化データより1画像フレームあたり5264ビット（ $= |8+8| \times |330-1|$ ）少なくできる。

【0036】図8は、画像フレーム毎に1つのゲイン変化を表すパラメータ $D_c \cdot 61$ のみを記録し、符号62や63に示すブロック領域の構成は、図6の場合と同様にしたときの符号化データの構造を示した図である。ここで、パラメータ D_c 、 D_B のビット数を8ビットとすると、パラメータ領域のビット数は、図8の符号化データの方が図6の符号化データより1画像フレームあたり8ビット少なく済む。しかし、フェードイン/フェードアウトにおいて、図4に示すように輝度値そのものの値によって輝度変化分が変わる場合には、参照画像プレーンの各画素の輝度値 x を、パラメータ D_c を用いて修正しても、輝度変化の近似が不十分となる。そのため離散コサイン変換される差分値は比較的大きな値となり、結果としてサブブロック毎の符号化データ（例えば符号64～67）の量が増え、1画像フレーム全体で見ると符号化データ量は増えることになる。以上説明したように、符号化データを図6に示すような構成にすることにより符号化効率を高めることができる。

【0037】なお、上記実施の形態において画像フレーム単位でパラメータ D_c 、 D_B を出力する例を説明したが、これに限定されるものではなく画像フレームに相当する単位、例えばカラー動画像の標準化された符号化方式であるMPEG-4 (MovingPicture Experts Group - Phase 4) におけるビデオオブジェクトプレーン (VOP) を単位としてもよい。すなわち、参照VOPと処理対象VOP間においてパラメータ D_c 、 D_B を求め、このパラメータを用いた輝度変化の補償および符号化・復号を行うようにしてもよい。この場合の符号化データの構成は、MPEG-4の符号化データ構成において、パ

ラメータ D_C 、 D_B と、このパラメータを用いて輝度変化補償されたVOPの符号化データが対になって記録されることになる。すなわち、MPEG-4のデータ構造の場合には、フレームの先頭にヘッダ用の固定データが入ったり、例えば図5のサブブロックSB1-1の離散コサイン変換の結果がすべてゼロとなる場合には、図6の符号化データC1-1は「そのサブブロックのデータはすべてゼロ」ということを意味するデータで符号化される等の点で、図6に示すフレーム毎の符号化データと異なる点がある。このように違いがあるものの、図6において、パラメータ領域70のパラメータ D_C 、 D_B と、このパラメータを用いて輝度変化補償されたVOPの符号化データの領域(図6の符号化領域71に該当)が対になって記録される点では変わらない。

【0038】MPEGの標準の符号化データの構成の詳細に付いては、T.Ebrahimi, "MPEG-4 video verification model: A video encoding/decoding algorithm based on content representation", Signal Processing: Image Communication vol.9, no.4, pp.367-384, May 1997に記載されている。

【0039】ここで、MPEG-4における階層構造を図を用いて簡単に説明する。図9は、MPEG-4における動画データの階層構造の一例を示した図である。すなわち、動画全体は、1つ以上のビデオオブジェクト(Video Object:以下では「VO」と略記する)と呼ばれる1ショットに相当する集まりからなる。図9ではVO1、VO2という2つのショットを示している。そして、VOは1つ以上のビデオオブジェクトレイア(Video Object Layer:以下では「VOL」と略記する)と呼ばれる動画のコンテンツの集まりからなる。例えば図9において、VO1は、雪だるまVPL11と家VOL12の2つのVOLの集まりからなり、VO2は四角VPL21と三角VOL22とエクスVOL23の3つのVOLの集まりからなっている。

【0040】また、VOLは1つ以上のビデオオブジェクトプレーン(Video Object Plane)と呼ばれる、各コンテンツが時間的に変化する画像の集まりからなる。例えばVOL11はVOP1~VOP3の3つのVOPの集まりからなっている。そして、このVOPに対し、上述のようにパラメータ D_C 、 D_B を用いた符号化を行うようにしてもよい。

【0041】なお、上記実施例において、符号化、復号の際に、離散コサイン変換を例にして説明したが、これに限定されるものではなく、他の直交変換、例えばアダマール変換やウェーブレット変換を用いてもよい。また、上記実施例において、図5に示すようにブロックを16×16画素、サブブロックを8×8画素である場合に付いて説明したが、これに限定されるものではない。また、図1に示す動画符号化装置もしくは図2に示す動画復号装置における動作を実現するためのプログラ

ムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されるプログラムをコンピュータに読み込ませ、実行させることにより動画の符号化もしくは復号を行ってもよい。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による動画の輝度変化補償方法、動画符号化装置、動画復号装置、動画符号化もしくは復号プログラムを記録した記録媒体および動画の符号化データを記録した記録媒体によれば、下記の効果を得ることができる。本発明により、大局的な輝度変化を検出または補償する際に、ゲインの変化分を表すパラメータの他にコントラストの変化を表すパラメータも用いることで、大局的な輝度変化を生じている動画の符号化時に、従来よりも更に効率の良い符号化が行える効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の動画の、動画の輝度変化補償方法を用いた動画符号化装置を示すブロック図である。

【図2】 本発明の動画の輝度変化補償方法を用いた動画復号装置を示すブロック図である。

【図3】 画像の大局的な輝度変化を説明するための図である。

【図4】 画像の大局的な輝度変化を説明するための図である。

【図5】 画像フレームの分割の仕方を説明するための図である。

【図6】 本発明における符号化データの構成を説明するための図である。

【図7】 各ブロック毎にパラメータを記録する領域を設けた場合の符号化データの構成を示す図である。

【図8】 画像フレーム毎にゲイン変化を表すパラメータ D_B のみを記録する領域を設けた場合の符号化データの構成を示す図である。

【図9】 MPEG-4における、ビデオオブジェクト(VO)、ビデオオブジェクトレイア(VOL)、ビデオオブジェクトプレーン(VOP)を説明するための図である。

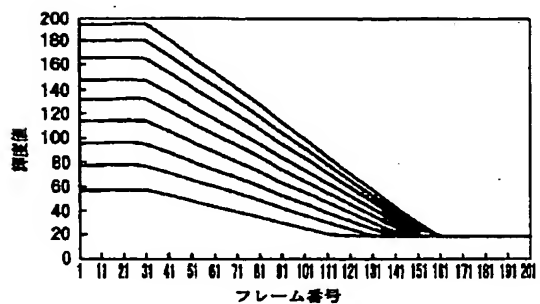
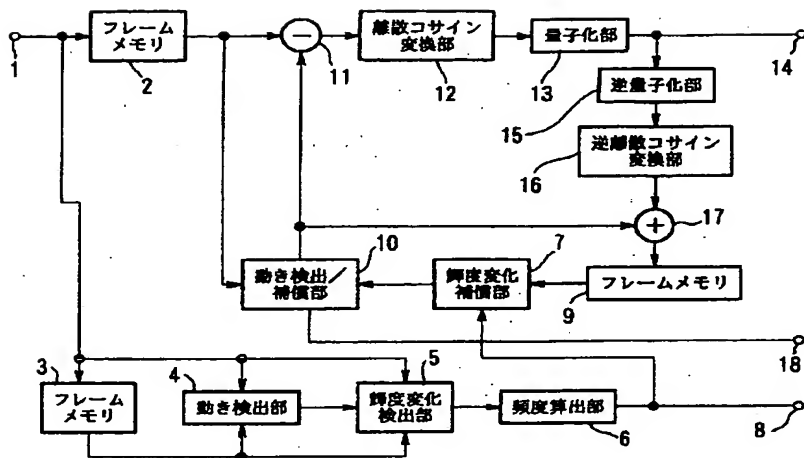
【符号の説明】

1 入力端子	2, 3 フレームメモリ
4 動き検出部	5 輝度変化検出部
6 頻度算出部	7 輝度変化補償部
8 出力端子	9 フレームメモリ
10 動き検出/補償部	11 減算器
12 離散コサイン変換部	13 量子化部
14 出力端子	15 逆量子化部
16 逆離散コサイン変換部	17 加算器
18 出力端子	
21~23 入力端子	24 逆量子化部
25 逆離散コサイン変換部	26 加算器

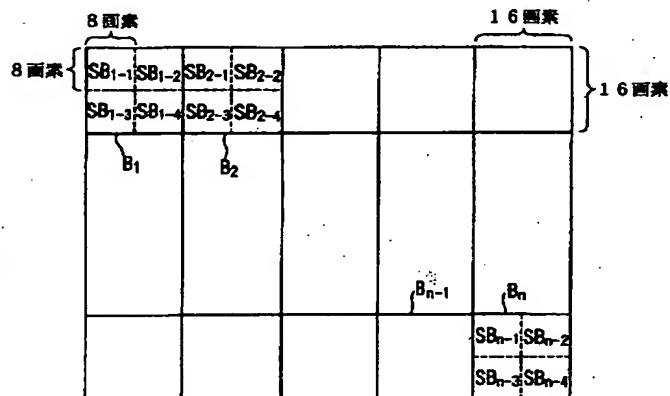
20

30 動き補償部

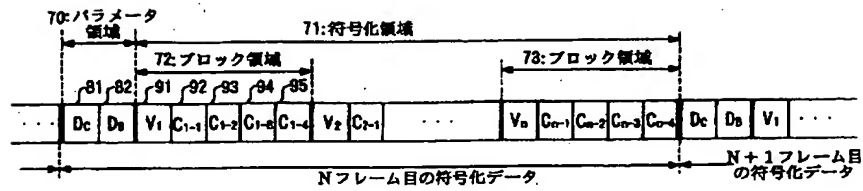
图 21



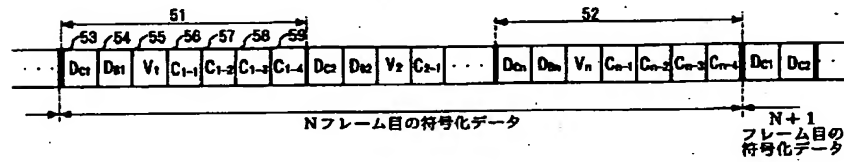
【図 5】



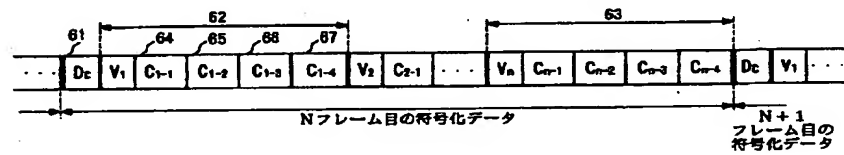
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

